

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-218000
 (43)Date of publication of application : 18.08.1998

(51)Int.CI. B62D 6/00
 B62D 5/04
 // B62D101:00
 B62D103:00
 B62D111:00
 B62D137:00

(21)Application number : 09-025660

(71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD
 TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 07.02.1997

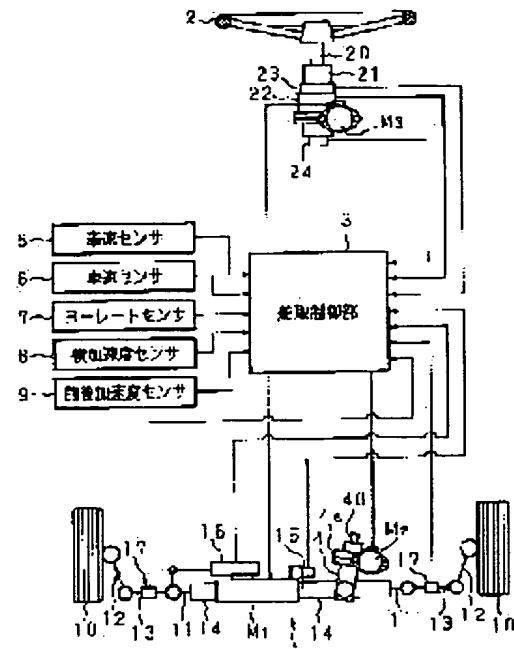
(72)Inventor : NAKANO SHIRO
 TOUZU HIDEKI
 TAKAOKA MANABU
 KAWAGUCHI YUTAKA

(54) STEERING DEVICE FOR AUTOMOBILE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the disposition of a steering motor around a steering mechanism in the steering device for an automobile equipped with a steering means mechanically not connected with the steering mechanism.

SOLUTION: It is so constituted that this device is equipped with a steering wheel 2 which is not mechanically connected with a steering mechanism 1. In this case, a main steering motor M1 and an auxiliary steering motor M2 are disposed in the different places of the steering mechanism 1. A steering control part 3 obtains necessary steering force based on the deviation between the operating position of the steering wheel 2 detected by steering angle sensors 23 and 24, and the actual operating position of the steering mechanism 1 detected by a tie-rod displacement sensor 16, the aforesaid steering force is distributed by a specified ratio so as to allow the target output values of the main steering motor M1 and the auxiliary steering motor M2 to be determined, both the steering motors M1 and M2 are drivingly controlled in order to obtain the aforesaid output, and the resultant force of these outputs is applied to the steering mechanism 1, so that steering is thereby carried out. Besides, when the main steering motor M1 or the auxiliary steering motor M2 becomes defective, the operation of the defective side is prohibited, and a ratio of distribution is so changed that the output of the non-defective side is made higher, so that steering force is thereby secured by an output force from either one of the main steering motor M1 or the auxiliary steering motor M2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.12.2001

【特許請求の範囲】

【請求項1】 舵取機構と機械的に連結されていない操舵手段と、前記舵取機構にその出力を加える操舵モータとを備え、前記操舵手段の操作位置と前記舵取機構の実動作位置との偏差に基づいて求めた必要操舵力を得るべく前記操舵モータを駆動し、前記操舵手段の操作に応じた舵取りを行わせるようにした自動車の舵取装置において、前記舵取機構の相異なる位置に前記操舵モータを一対配し、これら夫々の出力の目標値を、前記必要操舵力を所定の比率にて配分して決定する舵取制御部を具備することを特徴とする自動車の舵取装置。

【請求項2】 前記舵取制御部は、前記一対の操舵モータの故障の有無を判定する手段と、この判定に応じて、故障側の操舵モータの出力を禁じ、非故障側の操舵モータの出力を増すべく、前記配分の比率を変更するフェイルセーフ手段とを備える請求項1記載の自動車の舵取装置。

【請求項3】 前記舵取制御部は、前記一対の操舵モータの夫々に対し、前記配分の比率に応じた通常出力と共に、前記必要操舵力の全量に相当するフェイル出力を求めており、前記フェイルセーフ手段は、非故障側の操舵モータに対し前記通常出力から前記フェイル出力への切り換え動作を行う構成としてある請求項2記載の自動車の舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、運転者の操作に応じて舵取用の車輪を操向させるための自動車の舵取装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車の舵取りは、車室の内部に配された操舵手段の操作（一般的にはステアリングホイールの回転操作）を、舵取り用の車輪（一般的には前輪）の操向のために車室の外部に配された舵取機構に伝えて行われる。

【0003】 自動車用の舵取機構としては、ボールねじ式、ラック・ピニオン式等の種々の形式のものが実用化されており、例えば、車体の前部に左右方向に延設されたラック軸の軸長方向の摺動を、左右の前輪に付設されたナックルアームにタイロッドを介して伝える構成としたラック・ピニオン式の舵取機構は、車室外に延びるステアリングホイールの回転軸（ステアリングコラム）の先端に嵌着されたピニオンを前記ラック軸の中途中に形成されたラック歯に噛合させ、ステアリングホイールの回転をラック軸の軸長方向の摺動に変換して、ステアリングホイールの回転操作に応じた舵取りを行わせる構成となっている。

【0004】 また近年においては、舵取機構の中途に、油圧シリンダ、電動モータ等の操舵補助用のアクチュエータを配し、このアクチュエータを、舵取りのためにス

テアリングホイールに加えられる操舵力の検出結果に基づいて駆動して、ステアリングホイールの回転に応じた舵取機構の動作を前記アクチュエータの出力により補助し、舵取りのための運転者の労力負担を軽減する構成とした動力舵取装置（パワーステアリング装置）が広く普及している。

【0005】 ところが、以上の如き従来の舵取装置においては、動力舵取装置としての構成を有するか否かに拘わらず、ステアリングホイールと舵取機構とが機械的に連結されていることから、車室でのステアリングホイールの配設位置が限定され、車室内部のレイアウトの自由度が制限されるという問題があり、また、前記連結の実現のために大嵩の連結部材を必要とし、車両の軽量化の実現を阻害するという問題がある。

【0006】 このような問題を解消するため、従来から、操舵手段としてのステアリングホイールを舵取機構と機械的に連結せずに配する一方、動力舵取装置における操舵補助用のアクチュエータと同様に、舵取機構の中途に操舵用のアクチュエータを配し、このアクチュエータを、前記操舵手段の操作方向及び操作量の検出結果に基づいて動作させ、舵取機構に操舵力を加えて、前記操舵手段の操作に応じた舵取りを行わせる構成とした分離型の舵取装置が提案されている。

【0007】 以上の如き分離型の舵取装置は、前述した問題を解消し得るという利点に加えて、操舵手段の操作量と操舵アクチュエータの動作量との対応関係が機械的な制約を受けずに設定できることから、車速の高低、旋回程度、加減速の有無等、自動車の走行状態に応じた操舵特性の変更に柔軟に対応できると共に、ステアリングホイールに代えて、レバー、ハンドグリップ、ペダル等の適宜の操舵手段を採用でき、設計自由度が向上するという利点を有している。

【0008】 更には、自動車の前面衝突に伴うステアリングホイールの突き上げを略完全に防止でき、衝突安全性の向上を図り得る上、ITS（Intelligent Transport Systems）、AHS（Automated Highway Systems）等、近年その開発が進められている自動運転システムへの対応が容易であるという利点を有する等、従来の舵取装置において実現不能な多くの利点を有しており、自動車技術の発展のために有用なものとして注目されている。

【0009】 なお、舵取機構に操舵力を加える操舵アクチュエータとしては、走行状態に応じた操舵特性の変更制御の容易性を考慮して、一般的に、電動モータ（操舵モータ）が用いられており、また、舵取機構から切り離された操舵手段には、モータ及びギア機構を備えてなる反力付与手段を付設し、操舵手段に適度の反力を加えることにより、該操舵手段と舵取機構とが機械的に連結されたかの如き感覚での舵取操作を行わせ得るようにしてある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】さて、以上の如く構成された分離型の舵取装置を、従来広く用いられている動力舵取装置と比較した場合、後者における舵取りが、操舵手段たるステアリングホイールに加えられる操作力と、舵取機構に付設された操舵補助用のモータの出力との合力によって行われるのに対し、前者における舵取りは、舵取機構に付設された操舵モータの出力のみによって行われるという相違がある。

【0011】従って、分離型の舵取装置において使用される操舵モータとしては、動力舵取装置において使用される操舵補助用のモータに比して大出力のモータが必要であり、出力の増大に伴って大嵩となる操舵モータの配設位置を舵取機構の周辺に確保することが難しいという問題があった。

【0012】更には、動力舵取装置において操舵補助用のモータが故障した場合、操舵補助力が失われるに過ぎず、ステアリングホイールに加えられる操作力により舵取りを行わせ得るのに対し、分離型の舵取装置において操舵モータが故障した場合には、舵取りが困難となる虞れがあった。

【0013】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、舵取機構の周辺における操舵モータの配設位置の確保が容易であり、また、操舵モータが故障した場合においても舵取りが困難となることを未然に防止し得る分離型の舵取装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係る自動車の舵取装置は、舵取機構と機械的に連結されていない操舵手段と、前記舵取機構にその出力を加える操舵モータとを備え、前記操舵手段の操作位置と前記舵取機構の実動作位置との偏差に基づいて求めた必要操舵力を得るべく前記操舵モータを駆動し、前記操舵手段の操作に応じた舵取りを行わせるようにした自動車の舵取装置において、前記舵取機構の相異なる位置に前記操舵モータを一対配し、これら夫々の出力の目標値を、前記必要操舵力を所定の比率にて配分して決定する舵取制御部を具備することを特徴とする。

【0015】この発明においては、舵取機構の異なる位置に一対の操舵モータを配し、これらの夫々の出力の目標値を、操舵手段の操作位置と舵取機構の実動作位置との偏差に基づいて求めた必要操舵力を所定の比率にて配分して決定し、これらの目標値を得るべく両操舵モータを駆動して、これらの出力の合力を舵取機構に加えて舵取りを行わせる。これにより、両操舵モータを小型化することができ、舵取機構の周辺への夫々の配設が容易となる。

【0016】更に加えて、前記舵取制御部は、前記一対の操舵モータの故障の有無を判定する手段と、この判定に応じて、故障側の操舵モータの出力を禁じ、非故障側

の操舵モータの出力を増すべく、前記配分の比率を変更するフェイルセーフ手段とを備えることを特徴とする。

【0017】この発明においては、一対の操舵モータの一方が故障した場合、故障判定に従う配分比率の変更により、故障した操舵モータの動作を禁じると共に、非故障側の操舵モータの出力を増し、該操舵モータ単独での舵取りを行わせる。

【0018】また、前記舵取制御部は、前記一対の操舵モータの夫々に対し、前記配分の比率に応じた通常出力と共に、前記必要操舵力の全量に相当するフェイル出力を求めており、前記フェイルセーフ手段は、非故障側の操舵モータに対し、前記通常出力から前記フェイル出力への切り換え動作を行う構成としてあることを特徴とする。

【0019】この発明においては、通常動作中に一対の操舵モータの夫々に対し、必要操舵力の全量に相当するフェイル出力を求めておき、一方の操舵モータが故障したとき、他方の操舵モータの出力の目標値を前記フェイル出力に切り換え、この操舵モータが、故障前に一対の操舵モータが分担して発生していた必要操舵力の全量を直ちに発生するようにし、切り換えに伴う操舵力の急変を防ぐことができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。図1は、本発明に係る自動車の舵取装置（以下本発明装置という）の全体構成を示すブロック図である。

【0021】この舵取装置は、車体の左右に配された一対の舵取用の車輪10, 10に舵取動作を行わせるための舵取機構1と、該舵取機構1から切り離して配された操舵手段たるステアリングホイール2と、該ステアリングホイール2の操作に応じて前記舵取機構1を動作させるべく、後述する制御動作を行う舵取制御部3とを備えてなる。

【0022】前記舵取機構1は、公知のラック・ピニオン式の舵取機構であり、車体の左右方向に延設されて軸長方向に摺動するラック軸11の両端部を、舵取用の車輪10, 10のナックルアーム12, 12に各別のタイロッド13, 13を介して連結し、ラック軸11の両方向への摺動によりタイロッド13, 13を介してナックルアーム12, 12を押し引きし、前記車輪10, 10を左右に操向させる構成となっている。

【0023】この操向を行わせるため本発明装置は、ラック軸11を軸長方向への摺動自在に支承するラックハウジング14の中途に一体的に構成された主操舵モータM₁と、ラックハウジング14の一部に交叉する態様に連設されたピニオンハウジング4に取り付けた副操舵モータM₂とを備えており、車輪10, 10の操向は、主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の回転を、各別の運動変換機構によりラック軸11の摺動に変換して行われる。

【0024】図2は、主操舵モータM₁及び運動変換機構の構成を示す縦断面図である。本図に示す如く主操舵モータM₁は、前記ラック軸11を軸長方向への摺動自在に支承するラックハウジング14の中途に一体的に構成されたモータハウジング50の内部に、これの内面に周設されたステータ51と、該ステータ51の内側にわずかな間隙を隔てて対向するロータ52とを備え、3相ブラシレスモータとして構成されている。

【0025】前記ロータ52は、ラック軸11の外径よりも大なる内径を有する円筒形をなすロータ筒53の外周に固設してあり、該ロータ筒53と共に、モータハウジング50の一側と、該モータハウジング50の他側に連続するラックハウジング14と共に夫々内嵌固定された玉軸受54、55により両持ち支持され、前記ステータ51の内側にて同軸回転自在に支承されており、舵取制御部3から後述する如く与えられる動作指令信号に応じて前記ステータ51への通電がなされることにより、ロータ筒53と共に正逆両方向に回転するようになしてある。

【0026】ロータ筒53の一側（玉軸受55による支持部側）外周にはギヤ56が取り付けてあり、該ギヤ56は、ラックハウジング14の対応部位の外側に固設されたロータリエンコーダを用いてなる回転角センサ15の入力ギヤ15aに噛合させてあり、該回転角センサ15の出力として、ロータ筒53と一体回転するロータ52の回転位置が得られるようになしてある。なお、回転角センサ15の構成はこれに限るものではなく、例えば、前記ギヤ56の外周に臨ませて磁電型のピックアップを配し、このピックアップにより前記ギヤ56の歯を検出し、この歯数を計数して回転位置を知る構成とすることも可能である。

【0027】ロータ筒53の他側は、玉軸受54による支持部を超えて延長され、延長端に一体形成された玉軸受57により同側のラックハウジング14内に支持させてあり、この延長部、即ち、玉軸受54、57による支持部間は、その内面にポールねじの軌条が形成されたポールナット58となっている。一方ラック軸11の中途部には、その外周にポールねじの軌条を所定の長さに亘って備えるポールねじ部59が形成されており、このポールねじ部59と前記ポールナット58とを多数のポールを介して螺合させてポールねじ機構が構成されている。

【0028】ラック軸11は、ラックハウジング14との間に介装された図示しない回転拘束手段により軸回りの回転を拘束されており、主操舵モータM₁の回転、即ち、ステータ51への通電に伴うロータ52の回転は、ロータ筒53の一側に連設されたポールナット58と、ラック軸11と一体形成されたポールねじ部59との螺合により、該ラック軸11の軸長方向の摺動に直接的に変換されるようになっている。このようにして、主操舵モータM₁の回転に応じた舵取り（舵取用の車輪10、10の操向）が行われる。

【0029】図3は、副操舵モータ（DCモータ）M₂ 50

の取り付け位置近傍の縦断面図、図4は、図3のIV-IV線による横断面図である。ラックハウジング14と交叉するピニオンハウジング4の内部には、軸心回りでの回動自在にピニオン軸40が支承されている。該ピニオン軸40は、ラックハウジング14との交叉部において、ラック軸11の対応部分に形成されたラック歯に噛合するピニオン41を一体的に備えており、ピニオン軸40の回転は、ピニオン41とラック歯との噛合により、ラック軸11の軸長方向の摺動に変換されるようになしてある。この実施の形態においては、ラック軸11に噛合するピニオン41を前記副操舵モータM₂の運動変換機構としている。

【0030】ピニオン軸40の中途部には、ピニオンハウジング4の一部を大径化して形成されたギヤ室4aの内部において、ウォームホイール42が同軸的に嵌着固定され、該ウォームホイール42には、その外周の適宜位置に、ギヤ室4aの内部に枢支されたウォーム43が噛合させてある。副操舵モータM₂は、ギヤ室4aの外側に固定されており、ギヤ室4a内に進入せしめたその出力軸44の先端は、スリーブ状の継手45を介して、前記ウォーム43の基端部に同軸的に連結されている。

【0031】以上の構成により副操舵モータM₂が回転した場合、ウォーム43がその軸回りに回転し、この回転がウォームホイール42を介してピニオン軸40に伝達されて、これと一体形成されたピニオン41が回転し、この回転がラック軸11の軸長方向の摺動に変換される。このようにして副操舵モータM₂の回転に応じた舵取りが行われる。

【0032】主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂には、前記舵取制御部3からの動作指令が、図示しない各別の駆動回路を介して与えられており、この動作指令に従って両操舵モータM₁、M₂が各別に駆動されるようになしてある。この駆動に応じた舵取機構1の動作量は、ラック軸11と一側のタイロッド13との連結部の変位を検出するタイロッド変位センサ16により検出され、舵取用の車輪10、10の実舵角θ₂を示す信号として、舵取制御部3に与えられている。

【0033】タイロッド変位センサ16は、図1に略示するように、前記連結部とラックハウジング14の外側との間に検出シリンダを介装し、該検出シリンダの進退量を媒介として、所望の変位量を検出する構成とができる。本図には、一側のタイロッド13に单一のタイロッド変位センサ16が取り付けてあるが、実舵角θ₂の検出値は、後述する本発明装置の動作において重要なものであり、一側又は両側のタイロッド13に複数のタイロッド変位センサを設け、夫々の故障に備えるのが望ましい。

【0034】また、両側のタイロッド13、13には、これらの軸方向に作用する軸力（引張力又は圧縮力）を検出するタイロッド軸力センサ17、17が付設されており、これらの検出結果は、舵取に伴って舵取用の車輪10、10に

加わる路面反力を示す信号として、舵取制御部3に与えられている。タイロッド軸力センサ17, 17は、例えば、タイロッド13, 13の表面に歪ゲージを貼着し、前記路面反力を、これの作用により夫々のタイロッド13, 13に生じる歪みを媒介として検出する構成とすることができる。

【0035】以上の如き舵取動作をなす舵取機構1と機械的に連結せずに配されたステアリングホイール2は、図1中に模式的に示す如く、その回転軸となるコラム軸20を回転自在に保持するコラムハウジング21を介して、図示しない車体の適宜部に支持されており、コラムハウジング21の外側には、これと軸心を交叉させた態様に反力モータ(DCモータ)M₃が取り付けである。該反力モータM₃は、ビニオンハウジング4に取り付けた副操舵モータM₂とビニオン軸40との関係と同様、コラムハウジング21の内部において、その出力端に連結された図示しないウォームをコラム軸20の中途に嵌着された図示しないウォームホイールに噛合させ、これらを介してコラム軸20に回転力を加え、該コラム軸20の上端に固定されたステアリングホイール2に、その操作方向と逆向きの反力を付与するようになしてある。

【0036】反力モータM₃によるステアリングホイール2への反力付与は、舵取に伴って舵取用の車輪10, 10に実際に加わる路面反力をステアリングホイール2に模擬的に加え、運転者に体感せしめるべく行われるものであり、反力モータM₃には、前記舵取制御部3からの動作指令が、図示しない駆動回路を介して与えられており、この動作指令に従って駆動される。

【0037】従って、ステアリングホイール2の回転操作には、反力モータM₃が発生する反力に抗する操舵トルクを加える必要があり、このようにしてステアリングホイール2に加えられる操舵トルクは、コラムハウジング21の中途部に付設されたトルクセンサ22により検出され、またステアリングホイール2の操作量は、反力モータM₃の両側に配した一対の操舵角センサ23, 24により、操作方向を含めて検出され、これらの検出結果は、ステアリングホイール2の操作状態を示す信号として前記舵取制御部3に与えられている。

【0038】操舵角センサ23, 24の検出値として与えられるステアリングホイール2の操舵角θ₁は、舵取制御部3において、後述の如く、前記タイロッド変位センサ16により検出される実舵角θ₂との偏差に基づいて主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の夫々が発生すべき駆動トルクの目標値を得るために用いられる重要な検出値である。この実施の形態において一対の操舵角センサ23, 24が設けてあるのは、夫々の故障時に、誤った検出結果に基づく制御動作が行われることを防ぐためであり、通常時は一方の操舵角センサ23の検出値を用い、他方の操舵角センサ24は、通常使用される操舵角センサ23の故障時におけるフェイルセーフ用として用いられる。

なお、トルクセンサ22により検出される操舵トルクは、反力モータM₃が発生する反力のフィードバック信号として、反力モータM₃の故障判定に用いられる。

【0039】なお、ステアリングホイール2を支持するコラム軸20は、コラムハウジング21の内部に配した図示しないセンタリングばねにより付勢されており、ステアリングホイール2は、その回転操作が停止されたとき、コラム軸20に作用する前記センタリングばねのね力により中立位置に復帰せしめられるようになしてある。この復帰は、舵取機構1側において生じる車輪10, 10の直進方向への復帰に伴ってステアリングホイール2を戻すために必要なものである。

【0040】以上の如く舵取制御部3には、舵取機構1の側にて実際に生じている舵取の状態が、回転角センサ15、タイロッド変位センサ16及びタイロッド軸力センサ17, 17からの入力として与えられ、また操舵手段としてのステアリングホイール2の操作の状態が、トルクセンサ22及び操舵角センサ23, 24からの入力として与えられており、これらに加えて舵取制御部3の入力側には、車両の走行速度を検出する車速センサ5, 6の出力、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ7の出力、車両の横加速度を検出する横加速度センサ8の出力、及び車両の前後加速度を検出する前後加速度センサ9の出力が夫々与えられている。

【0041】車速センサ5, 6は、例えば、車速に対応する前輪又は後輪の回転速度を検出する回転速度センサであればよい。一対の車速センサ5, 6を設けたのは、タイロッド変位センサ16及び操舵角センサ23, 24と同様、一方の故障時に他方をフェイルセーフ用として用いるためである。また、ヨーレートセンサ7及び横加速度センサ8は、共に車両の旋回状態を知るためのものであり、これらもまた、一方の故障時に他方をフェイルセーフ用として用いるようにしてある。通常時には、ヨーレートセンサ7の出力を旋回状態を示す信号として用いる。

【0042】一方、舵取制御部3の出力は、前述した如く、舵取機構1に舵取動作を行わせるための主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂と、ステアリングホイール2に反力を付与する反力モータM₃とに各別の駆動回路を介して与えられており、主操舵モータM₁、副操舵モータM₂及び反力モータM₃は、舵取制御部3からの動作指令に応じて各別に駆動されるようになしてある。

【0043】舵取制御部3による主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の制御は、図5及び図6に示すフローチャートに従って行われる。舵取制御部3は、エンジン始動のためのキースイッチのオン操作に応じてその動作を開始し、入力側に接続された操舵角センサ23(又は操舵角センサ24)及びタイロッド変位センサ16の出力を所定のサンプリング周期にて取り込み(ステップ1)、同じく車速センサ5(又は車速センサ6)、及びヨーレー

トセンサ7（又は横加速度センサ8）の出力を取り込む（ステップ2）。

【0044】次いで舵取制御部3は、操舵角センサ23からの入力によりステアリングホイール2の操作量を示す操舵角 θ_1 を求め（ステップ3）、得られた操舵角 θ_1 を次式に適用して目標舵角 Θ を演算する（ステップ4）。

【0045】

$$\Theta = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \theta_1 \quad \dots (1)$$

【0046】(1)式中の K_0 は、操舵角 θ_1 と目標舵角 Θ とを対応づけるための比例定数であり、 K_1 、 K_2 は、夫々補正係数である。 K_1 は、車速の高低に応じて操舵特性を変えるための補正係数であり、車速が所定速度を超えている高速走行中には小さく、車速が前記所定速度以下となる低速走行中には、例えば、車速の低下に応じて比例的に増大するよう、前記車速センサ5による検出車速の高低に応じて設定される。また K_2 は、車両の旋回の状態に応じて操舵特性を変えるための補正係数であり、旋回程度が大となるに従って小さくなるように、前記ヨーレートセンサ7により検出される実ヨーレートの大小に応じて設定される。

【0047】即ち、ステップ4において得られる目標舵角 Θ は、ステアリングホイール2の操作量を示す操舵角 θ_1 に対し、高速走行中には小さく、低速走行中には大きくなり、また旋回中には、急旋回になるに従って小さくなる。

【0048】次いで舵取制御部3は、タイロッド変位センサ16からの入力により舵取機構1において実際に生じている実舵角 θ_2 を求め（ステップ5）、前記目標舵角 Θ との偏差（舵角偏差 $\Delta\theta = \Theta - \theta_2$ ）を算出し（ステップ6）、この舵角偏差 $\Delta\theta$ に基づくPID演算により、前記目標舵角 Θ を実現するために必要となる必要操舵力 F を求める（ステップ7）。

【0049】その後、舵取制御部3は、前記必要操舵力 F を主操舵モータ M_1 と副操舵モータ M_2 とに配分し、夫々の配分力に対応する通常出力 F_1 、 F_2 を求め（ステップ8）、更には、主操舵モータ M_1 と副操舵モータ M_2 とが前記必要操舵力 F の全量を夫々単独にて発生するに必要なフェイル出力 F_1' 、 F_2' を求める（ステップ9）。

【0050】主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 への必要操舵力 F の配分は、例えば、主操舵モータ M_1 を2とし、副操舵モータ M_2 を1とする等、予め設定された所定の配分比率にて行われる。また、フェイル出力 F_1' 、 F_2' は、夫々のモータに最大定格電流を流したときに得られる最大出力を上限として設定される。

【0051】以上の如く、通常出力 F_1 、 F_2 及びフェイル出力 F_1' 、 F_2' を算出した後、舵取制御部3は、主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 の夫々に対しフェイルの有無を判定する（ステップ10、11）。この

判定の結果、両者が共に正常である判定された場合、通常出力 F_1 及び F_2 を発するために必要な主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 の駆動電流 A_1 及び A_2 を夫々求め（ステップ12）、これらを出力して、主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 を通常駆動する動作をなす（ステップ13）。この動作は、キースイッチがオフ操作されるまで繰り返し行われる。

【0052】なお、主操舵モータ M_1 に付設された回転角センサ15からの舵取制御部3への入力は、駆動電流 A_1 の出力に際して主操舵モータ M_1 の回転位置を認識し、駆動電流 A_1 の位相調整を行うために用いられる。

【0053】以上の動作により、主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 が共に正常動作可能な状態にある場合（一般的にはこの状態にある）、舵取機構1には、主操舵モータ M_1 の出力 F_1 と副操舵モータ M_2 の出力 F_2 との合力として必要操舵力 F が加えられる。従って、主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 は、必要操舵力 F の一部を負担すれば良く、両モータ M_1 、 M_2 を小型化することができ、舵取機構1の周辺への配設が容易に行えるようになる。

【0054】主操舵モータ M_1 は、図2に示す如く、ラック軸11を支承するラックハウジング14の中途部に一体的に構成されており、ラック軸11の周囲に大なる空間を占めることなく配設し得る。また副操舵モータ M_2 は、図3及び図4に示す如く、舵取機構1とステアリングホイール2とが連結された連結型のラック・ピニオン式舵取装置において、ラック軸11の中途部に噛合するピニオン軸40を利用し、該ピニオン軸40に回転力を加える構成としてあり、既存の舵取機構1に無理なく配設することが可能である。

【0055】なお、主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 の構成は、以上の実施の形態に示す構成に限らず、他の構成を採用し得ることは言うまでもない。またステップ10及びステップ11における主操舵モータ M_1 及び副操舵モータ M_2 のフェイル判定は、これらの駆動電流の時間的な変化を監視する等、各種のモータにおいて通常行われているフェイル判定の手法を用いて行えばよい。

【0056】ステップ10での前記判定の結果、主操舵モータ M_1 がフェイル状態にあると判定された場合、舵取制御部3は、非故障側の副操舵モータ M_2 が前記フェイル出力 F_2' を発するために必要な駆動電流 A_2' を求める（ステップ14）、副操舵モータ M_2 への動作指令として出力し、これをフェイル駆動する動作を行い（ステップ15）、また、ステップ11での前記判定の結果、副操舵モータ M_2 がフェイル状態にあると判定された場合、非故障側の主操舵モータ M_1 が前記フェイル出力 F_1' を発するために必要な駆動電流 A_1' を求める（ステップ16）、主操舵モータ M_1 への動作指令として出力し、これをフェイル駆動する動作を行う（ステップ17）。そしてこれらの場合、出力側に接続された図示しない警報手

段を動作させ、警報を出力する（ステップ18）。

【0057】以上の動作により、主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂のいずれかがフェイル状態に陥った場合、他方がフェイル駆動される結果、舵取不能の発生を未然に防止することができる。またこのとき、非故障側の操舵モータM₁又はM₂に対し、必要操舵力Fの全量を単独にて発生することを前提として予め算定されたフェイル出力F₁′、F₂′への切り換えが行われるから、故障前に両操舵モータM₁及びM₂が分担して発生していた必要操舵力Fを速やかに発生することができ、操舵力の急変を防止することができる。

【0058】但し、フェイル出力F₁′、F₂′の算定は、前述の如く、主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の最大出力を上限として設定されるから、一般的な走行状態での舵取りは支障なく行えるが、悪路での急旋回等、特殊な走行状態下において必要操舵力Fの全量の発生が困難となる場合が生じる。ステップ18での警報出力は、十分な操舵力が得られない虞れがあることを運転者に報知するためになされるものである。

【0059】このように本発明装置においては、舵取機構1の相異なる位置に一对の操舵モータ（主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂）を配し、これらの出力の合力により舵取りを行わせる構成としてあるから、両操舵モータM₁、M₂を小型化することができ、舵取機構1の周辺の限られた空間への配設が容易となる上、一方が故障した場合であっても舵取不能に陥る虞れがなく、安全性の向上に寄与できる。更に、一对の操舵角センサ23、24を配する等、主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の制御において使用する各値を検出するためのセンサは夫々二重系とし、一方を他方のフェイルセーフ用として用いることにより、誤った検出結果に基づく制御動作がなされることを防ぐ構成となっている。

【0060】舵取制御部3は、以上の如き主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の制御に加えて、反力モータM₃の制御動作を行う。この制御は、車輪10、10に実際に作用する路面反力をタイロッド軸力センサ17、17からの入力として認識し、基本的には、これに所定の係数を乗じて得られる疑似反力をステアリングホイール2に付与すべく反力モータM₃の駆動トルクの目標値を定め、この目標値を得るべく反力モータM₃に動作指令を発する手順にて行われる。

【0061】このとき、車速センサ5による車速の検出値、ヨーレートセンサ7によるヨーレートの検出値、及び前後加速度センサ9による前後加速度の検出値は、前記係数の補正に用いられる。例えば、車速及びヨーレートの検出値は、これらの増大に応じて前記係数を增量補正すべく用いられ、前後加速度の検出値は、減速状態の検出時に、その程度に応じて前記係数を增量補正すべく用いられて、このように補正された係数を用いて決定された疑似反力がステアリングホイール2に加えられる。

【0062】この結果、ステアリングホイール2は、車速の上昇に応じて重く、車速の低下に応じて軽くなり、高速走行時における直進安定性の向上と、低速走行時又は停車時における操作力の軽減とが合わせて達成される。またステアリングホイール2は、旋回程度が大となるに従って重くなり、旋回状態にあった重さを与えることができる。更にステアリングホイール2は、減速時には重くなり、減速に伴う前輪荷重の増大を運転者に体感させることができる。

【0063】なお以上の実施の形態は、本発明装置の一例を示すものであり、前述の如く、主操舵モータM₁及び副操舵モータM₂の構成、並びに配設態様を限定するものではなく、また、反力モータM₃の構成及び配設態様についても同様である。また、操舵手段として、ステアリングホイール2に代えて、レバー、ハンドグリップ、ペダル等、他の手段を用い得ることは言うまでもない。

【0064】

【発明の効果】以上詳述した如く本発明装置においては、舵取機構の異なる位置に一对の操舵モータを配し、これら夫々を、必要操舵力を所定の比率にて配分して得られる出力を得るべく駆動して、両者の出力を合わせて舵取りを行わせる構成としてあるから、両操舵モータを共に小型化することができ、舵取機構の周辺の限られた空間内への夫々の配設が容易となり、無理のない構成が可能となる。

【0065】また、一对の操舵モータの故障の有無を判定し、この判定がなされたとき、故障側の操舵モータの出力を禁じ、非故障側の操舵モータの出力を増すようにしたから、操舵が困難となることを防止できる。

【0066】更に、前記一对の操舵モータの夫々に対し、必要操舵力の配分に応じた通常出力と共に、必要操舵力の全量に相当するフェイル出力を常時求めておき、一方の操舵モータの故障時には、他方の操舵モータの出力の目標値を前記フェイル出力に切り換えて対応するから、故障前後における操舵力の急変を防ぐことができる等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る自動車の舵取装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】主操舵モータ及び運動変換機構の一例を示す要部の縦断面図である。

【図3】副操舵モータの取り付け位置近傍の縦断面図である。

【図4】図3のIV-IV線による横断面図である。

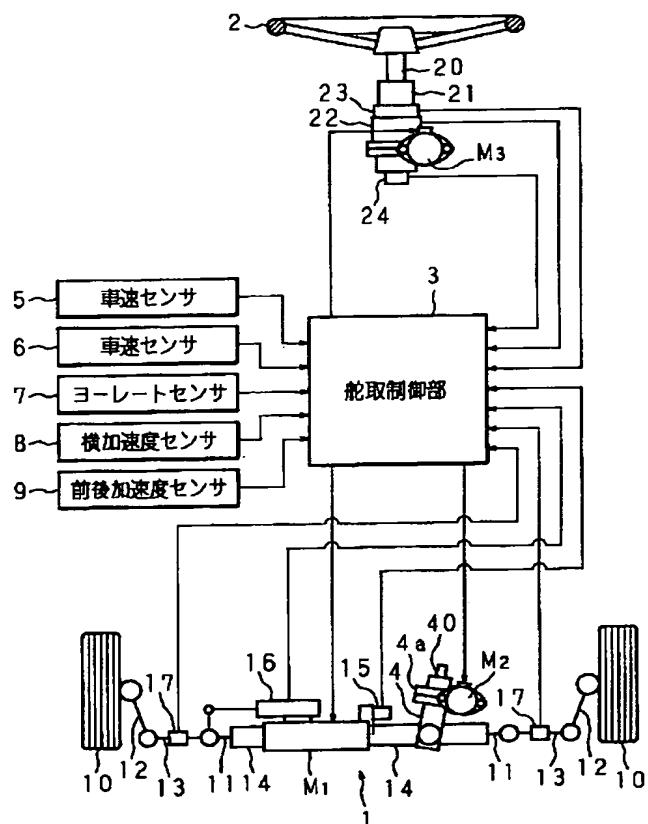
【図5】主操舵モータ及び副操舵モータの制御内容を示すフローチャートである。

【図6】主操舵モータ及び副操舵モータの制御内容を示すフローチャートである。

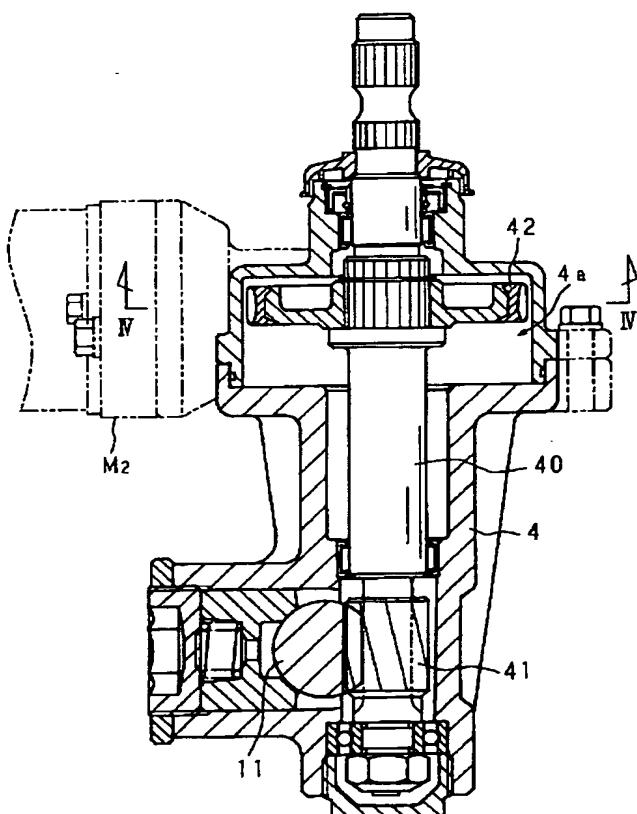
【符号の説明】

1 舵取機構	13 タイロッド
2 ステアリングホイール	15 回転角センサ
3 舵取制御部	16 タイロッド変位センサ
5 車速センサ	17 タイロッド軸力センサ
6 車速センサ	22 トルクセンサ
7 ヨーレートセンサ	23 操舵角センサ
8 横加速度センサ	24 操舵角センサ
9 前後加速度センサ	M_1 主操舵モータ
10 車輪	M_2 副操舵モータ
11 ラック軸	10 M_3 反力モータ

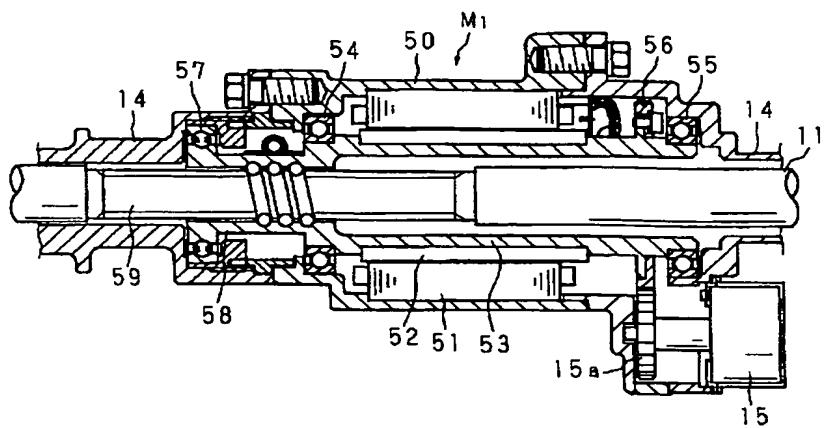
【図1】



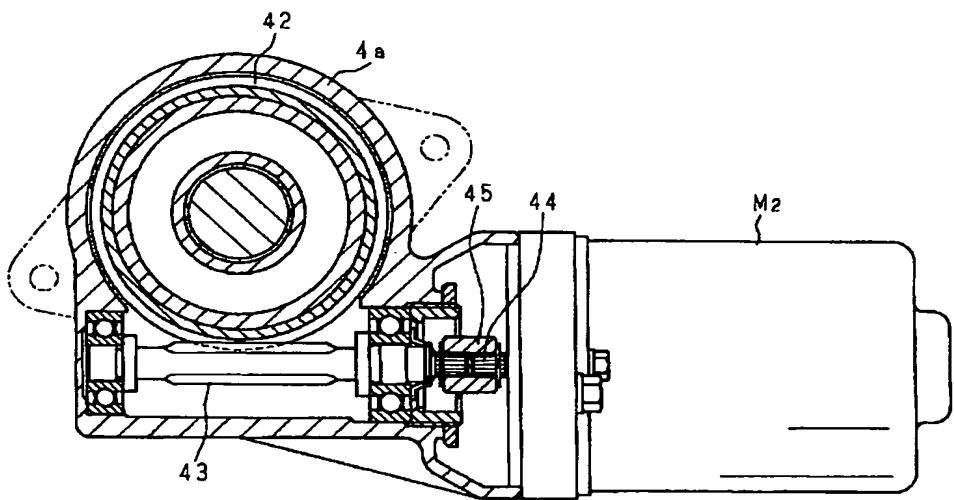
【図3】



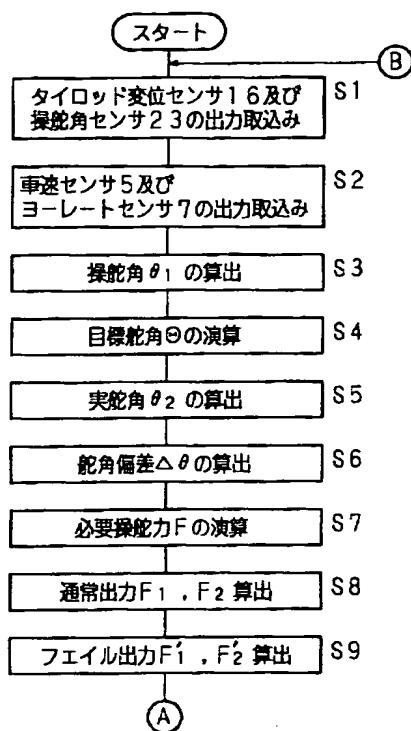
【図2】



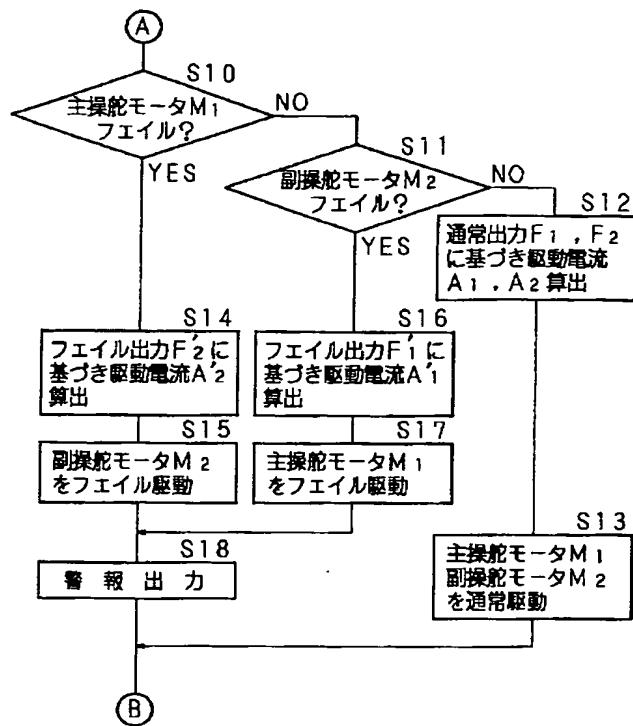
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int.CI. ⁶ 識別記号 F I
 B 6 2 D 137:00

(72) 発明者 高岡 学
 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号
 光洋精工株式会社内

(72) 発明者 川口 裕
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内